

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИТАНОВОГО СПЛАВА МАРКИ 5В ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ

Третьякова Н.В.

Руководитель – ст.н.сотр., к.т.н. Чудаков Е.В.

Федеральное Государственное Унитарное Предприятие Центральный
Научно-Исследовательский Институт Конструкционных Материалов
"Прометей", г. Санкт-Петербург, mail@crism.ru

Титановый сплав марки 5В относится к группе высокопрочных псевдо- α -сплавов, которые широко используются в качестве жаропрочных материалов. Для оценки жаропрочности материалов проводят испытания на длительную прочность.

Целью данной работы является исследование деформационных характеристик титанового сплава марки 5В при воздействии температуры и напряжения.

Испытания образцов из титанового сплава марки 5В с глобулярным и пластинчатым типом структуры на длительную прочность (ДП) при температурах 200, 350 и 500 °С показали, что глобулярная структура при температурах 200 и 350 °С обладает наибольшим значением предела длительной прочности, а пластинчатая – наименьшим. При температуре 500 °С – ситуация обратная.

Выявлено, что при температуре 350 °С угол наклона зависимости между напряжением и значением времени до разрушения для обоих типов структур меньше, чем при 200 и 500 °С. Следовательно, при температуре 350 °С для обеих структур характерно меньшее изменение прочностных свойств, что вероятно связано с явлением деформационного старения титановых сплавов в интервале температур 300÷400 °С. При деформационном старении происходит образование на дислокациях дисперсных частиц растворенных примесей, которые являются препятствиями для скольжения дислокаций [1; 2].

Для определения коэффициента деформационного упрочнения были проведены испытания на статическое одноосное растяжение при температурах 20, 200, 350 и 500 °С. По результатам испытаний были построены диаграммы истинных напряжений, которые были аппроксимированы для оценки деформационного упрочнения на участке от предела текучести σ_T до предела прочности σ_B при помощи степенной зависимости

$$\sigma = B \cdot \varepsilon^m, \quad (1)$$

где σ – истинное напряжение; ε – пластическая деформация; B – поправка на значение предела текучести; m – коэффициент деформационного упрочнения [3; 4].

Зависимость коэффициента деформационного упрочнения от температуры для различных типов структуры титанового сплава марки 5В представлена на рис. 1.

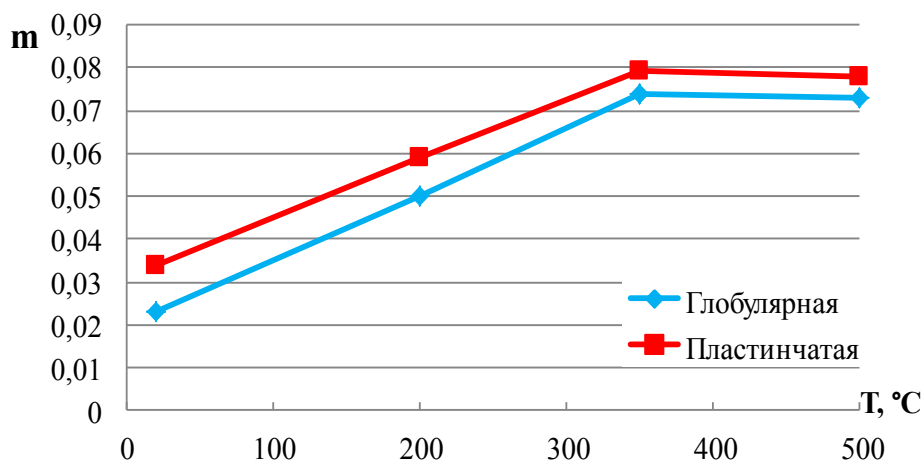


Рис. 1. Зависимость коэффициента деформационного упрочнения от температуры для различных типов структуры

Полученная зависимость показывает наличие максимума коэффициента деформационного упрочнения при температуре 350 °С.

Для оценки процесса деформационного старения титанового сплава марки 5В при испытаниях на ДП был проведен рентгеноструктурный анализ. Определяли размер областей когерентного рассеяния D и микроискажения кристаллической решетки $\Delta d/d$. Результаты обработки дифракционных картин представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты рентгеноструктурного анализа образцов с глобулярной и пластинчатой структурами в исходном состоянии при 20 °С и после испытаний на ДП при температуре 350 °С

Состоя-ние	Темпе-ратура, °С	Время до разрушени-я, час	Доля испыт. напряжения, σ^t/σ_B	α -фаза		β -фаза	
				D, Å	$\Delta d/d$, %	D, Å	$\Delta d/d$, %
Глобулярная структура							
Исход-ное	20	-	-	806	0,025	336	0.230
После ДП	200	(863)→	0,97	784	0,133	158	-
	350	(814)→	0,98	853	0,254	-	-
	500	99	0,60	555	0,264	420	0,230
Пластинчатая структура							
Исход-ное	20	-	-	638	0,068	1359	0.361
После ДП	200	(792)→	0,90	554	0,244	144	-
	350	(720)→	0,92	615	0,186	-	-
	500	789	0,73	1377	0,294	323	0,360

Рентгеноструктурный анализ показал, что в образцах после испытаний на длительную прочность существенно (до 10 раз) меняются значения микроискажений кристаллической решетки. Увеличение количества микроискажений соответствует повышению плотности дислокаций, за счет чего и происходит деформационное упрочнение титанового сплава марки 5В.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Особенности изменения структуры и механических свойств субмикроскопического титана при деформации в интервале температур (0,15-0,45)Тпл / С.П.Малышева, Г.А.Салищев, Р.М.Галеев и др. // Физика металлов и металловедение. – 2003. – Том 95, № 4. – С.98-105.
2. Криштал М.М. Неустойчивость и мезоскопическая неоднородность пластической деформации (аналитический обзор). Часть II. Теоретические представления о механизмах неустойчивости пластической деформации // Физическая мезомеханика. – 2004. – Т.7. – № 5. – С.31-45.
3. Мороз Л.С. Механика и физика деформаций и разрушения материалов. – Л.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
4. Кочаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин на прочность и долговечность. – М.: Машиностроение, 1985. – 244 с.